UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA

RELATÓRIO
DE
ESTÁGIO
SUPERVISIONADO

ADUBOS TRIÂNGULO

CLÁUDIO HOMERO FERREIRA DA SILVA.

ARAGUARI (MG),SETEMBRO DE 1999

APRESENTAÇÃO:

EMPRESA:
ADUBOS TRIÂNGULO COMÉRCIO E IMPORTAÇÃO LTDA.

LOCAL:
ARAGUARI, ESTADO DE MINAS GERAIS.

CARGA HORÁRIA:
60 HORAS.

PERÍODO:
FEV./99 a MAIO/99

SUPERVISOR:
REGINALDO FARIAS

ORIENTADOR:
GONZALO SIERRA

AGRADECIMENTO

Gostaria de externar os meus sinceros agradecimentos a todos os que de maneira direta ou indireta contribuíram para a realização deste estágio que tanto vem engrandecer a minha percepção profissional, possibilitando ainda crescimento pessoal pelo diversos contatos e experiências.

De maneira especial cito: Engenheiro Agrônomo Reginaldo Faria, sempre disponível a oferecer sua atenção e conhecimento; aos Técnicos João Batista e Maxmeike que foram de uma imensa cordialidade ao compartilhar suas atividades e auxiliando atenciosamente, com suas explicações; também não podendo deixar de citar a todos os funcionários desta empresa, desde a limpeza, secretaria, financeiro, expedição, diretoria, gerência e manufatura, com os quais me alegro em ter conhecido , e ao professor Gonzalo, que com seus conhecimentos tanto ajudaram em minha formação acadêmica .

Que Deus os ilumine a todos, e que conquistem sem dificuldades a todos os seus ideais.

Cláudio Homero Ferreira da Silva

Araguari (MG) Setembro de 1999

ÍNDICE

Apresentação 2

Agradecimentos 3

Índice 4

1 - Objetivos 5

2 – Revisão teórica
- 2.1 - O solo 6
- 2.2 – A planta 6
- 2.3 – Nutrição mineral das plantas
  - Elementos essenciais 7
- 2.4 – Função dos elementos essenciais
  - Macronutrientes 8
  - Micronutrientes 9
- 2.5 – Deficiências minerais 9
  - Macronutrientes 10
  - Micronutrientes 10
- 2.6 – Excessos minerais 11
- 2.7 – Adubação 11
  - Determinação das necessidades de adubação 12
- 2.8 – Análise química do solo e de folhas 12
  - Amostragem 13
  - Preparação da amostra 13
  - Extração e análise 13
  - Interpretação dos dados 14
  - Recomendações de adubação 17
- 2.9 – Fertilizantes 17
  - Classificação 20

3 - Descrição da empresa 22

4 - Área de realização do estágio 26

5 - Descrição do processo 28

6 - Atividades desenvolvidas 32

7 - Conclusão 34

8 - Bibliografia 35

9 - Anexos 36

1 – Objetivos

De maneira geral o estágio, significa o contato com uma nova realidade; momento de se adquirir experiência básica para que num futuro profissional se possa aplicar todos os conhecimentos com segurança e competência; apreciar a aplicação prática de todos os conceitos que durante o curso foram transmitidos; ter um primeiro contato com ambiente de trabalho e todo o recurso humano que uma unidade de produção possa se relacionar.

Como objetivos principais deste estágio pode-se considerar:

⇒ Acompanhamento de análises no laboratório de controle de qualidade;

⇒ Noções da área de fertilizantes, pelo conhecimento do funcionamento de uma unidade de produção misturadora.

2- REVISÃO TEÓRICA

2.1 - O Solo

O solo é a coleção de corpos naturais sobre a superfície da terra que contém matéria viva e que suporta, ou é capaz de suportar plantas, sendo o substrato natural, limitado superiormente por água ou ar , e inferiormente progressivamente por rochas, tendo como fatores de formação: clima, microorganismos, relevo, matéria original e tempo dentre outros.

Passível de transformações físicas como: erosão, deposição de sedimentos;

E química, que são de interesse para a área de fertilizantes, como:

- Oxidação: perda de um elétron;
- Redução: ganho de um elétron;
- Hidratação: absorção de moléculas inteiras de água;
- Hidrólise: utilização da água como agente de meteriorização (destruição das rochas e minerais nela contidos, resultando na liberação de nutrientes para as plantas);
- Carbonatação: as plantas liberando gás carbônico em grandes quantidade e aumentando seu teor no solo, ocorrendo em seguida a formação de carbonatos;
- Solubilização: água tem seu poder solvente aumentado pela presença de gás carbônico e sais presentes no solo, sendo também uma forma de meteriorização.

Estes processos juntamente com os biológicos e que vão possibilitar todas as condições para sobrevivência de animais e vegetais.

Características do solo como porosidade, cor, massa específica, pH, quantidade de água, nutrientes, matéria orgânica, microorganismo e colóides são de extrema importância serem caracterizados, para que apartir disto e juntamente com análises específicas possa ser determinadas as culturas adequadas e carências que deverão ser corrigidas pela formulação de fertilizante adequada.

2.2 - A Planta

A raiz, o caule, e as folhas são os três órgãos de uma planta mais relacionados a nutrição mineral e a adubação; a primeira se encarrega da absorção, o segundo se

relaciona com o transporte do material absorvido para a parte aérea e as folhas, além de ser a principal sede da fotossíntese também são absorvedoras de nutrientes (em pequena quantidade, justificando assim a análise e adubação foliar), podendo perder pela ação da água da chuva, alguns nutrientes solúveis, principalmente potássio, embora em pequenas quantidades.

A eficiência de um sistema radicular depende principalmente de sua extensão e profundidade, e é influenciada pela sua constituição genética, aeração, temperatura e umidade do solo, luz, competição e interação entre as raízes e por outros fatores ambientais.

2.3 - Nutrição mineral da Plantas

Elementos essenciais

A análise química dos tecidos vegetais pode revelar a presença de um número muito grande de elementos, até mesmo de sais de metais preciosos, como ouro, prata e outros.

Praticamente qualquer elemento existente no solo em forma assimilável, pode ser absorvido pela planta, não sendo raro os casos de intoxicação da planta por absorção excessiva de elementos que não são necessários à sua nutrição, como por exemplo o alumínio.

Os elementos químicos reconhecidamente essenciais ao desenvolvimento normal das plantas superiores são em número relativamente pequeno, 16, sendo: C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Zn, B, Cu, B, Mo e Cl; pode-se aqui notar o motivo de todas as análises de solo e folhas realizadas pelo laboratório de controle de qualidade como será visto adiante. Os três primeiros elementos as plantas retiram do gás carbônico do ar e da água, todos os demais vem do solo, via absorção pelo sistema radicular, e em pequenas quantidades pelas folhas. Os seis seguintes são chamados macronutrientes, porque as plantas os requerem em quantidades apreciáveis; e os sete últimos são chamados micronutrientes, porque apesar de serem indispensáveis, a quantidade requerida pelas plantas é mínima.

Em geral as plantas não absorvem por igual ambos os radicais de um sal, absorvendo mais rapidamente o catiônico ou aniônico, dependendo do sal em questão.

A capacidade para absorção de elementos minerais do solo varia de espécie para espécie e é mais notável em relação a alguns elementos como ferro e zinco, levando que a maior ou menor exigência de algumas espécies em um mesmo solo a apresentar sintomas de deficiência e outras normais. Esta capacidade é em geral afetada por :

- Umidade do solo: favorável se situar acima do ponto de inchamento dos mesmos para a obtenção de uma maior eficiência;
- Temperatura do solo: o ponto ótimo se situa na ordem de 35-40 ºC
- Aeração do solo: o oxigênio presente é consumido na respiração da planta , na formação de toda energia para os processo a serem realizados;
- Reação do solo (pH): ocorre preferencialmente na faixa de 4,0 – 8,0;
- Luz: Fonte natural de energia para todos as reações da planta, e cuja intensidade influenciará no desempenho do vegetal;
- Interação entre os elementos minerais: a presença de um elemento pode interferir na absorção de outros

2.4 - Funções dos elementos essenciais

Macronutrientes:

- Nitrogênio: absorvido predominantemente como nitrato, originará as proteínas, “base física da vida”.
- Fósforo: toma parte na estrutura química de compostos essenciais ao metabolismo vegetal, ao transporte e armazenamento de energia nas plantas.
- Potássio: ativador de meia centena de enzimas implicadas na fotossíntese, respiração e síntese de proteínas;
- Cálcio: composição da lamela média das paredes celulares, sendo também indispensável a mitose, processo de reprodução celular, e ainda na ativação de enzimas de cujo o processo ainda não foram esclarecidos e também essencial ao desenvolvimento e funcionamento da raízes.
- Magnésio: toma parte na composição química da clorofila, indispensável ao processo de fotossíntese, funcionando também como ativador de enzimas

relacionadas com o metabolismo dos carboidratos e outros , envolvidos na síntese de ácidos nucléicos;

- Enxofre: toma parte na composição de certas proteínas, na forma dossulfo-amino ácidos, cistina e metionina; entra também na constituição de grupos sulfídricos, presentes em várias enzimas, coenzimas e vitaminas.

Micronutrientes:

- Ferro: indispensável a síntese de clorofila; participa da composição de algumas proteínas envolvidas nos processos de oxidação.
- Manganês: ligado principalmente aso processos de respiração e do metabolismo do nitrogênio, funcionando como ativador de enzimas;
- Cobre: entra na composição química de algumas enzima;
- Zinco: funciona como ativador de várias enzimas, tendo a possibilidade de participar do processo de síntese de auxina;
- Boro: ligado ao transporte de carboidratos no interior da planta, atuando também na multiplicação, crescimento celular e formação das paredes.
- Molibdênio: faz parte de uma enzima que reduz o nitrato absorvido pelas raízes permitindo a sua posterior conversão em amônia, fazendo parte de outra enzima que promove a fixação do nitrogênio do ar pelos nódulos radiculares das leguminosas.
- Cloro: essencial para a cisão fotossintética da água de que resulta a libertação de oxigênio.

2.5 - Deficiências minerais

Ao julgar as deficiências minerais, que podem se apresentar de forma variável, pelos sintomas foliares é importante ter em mente que vários fatores além deles podem produzir sintomas de deficiências minerais ou semelhantes. Os causados por pragas ou moléstias são mais fáceis de serem distinguidos, entretanto existem outros fatores que podem causar confusão, como fatores climáticos. Os sintomas de forma geral são descritos abaixo, e auxiliará na determinação da correção a ser feita, que necessitará ainda passar por uma análise para a quantificação das formulações a serem aplicadas.

Macronutrientes:

- Nitrogênio: o sintoma mais evidente é uma clorose (amarelecimento das folhas), que aparece primeiramente nas folhas mais velhas, progredindo para as mais jovens; em geral não há nenhuma necrose; está deficiência induz a formação de outros pigmentos, e queda das folhas;
- Fósforo: afeta diretamente a produção, antes de se notar qualquer sintoma foliar, tornando a maturação dos frutos demorada e qualidade inferior;
- Potássio: é um dos sintomas mais fáceis de ser reconhecido, primeiramente aparecem cloroses nas margens e nas extremidades das folhas e com a progressão da deficiência tornam-se áreas mortas;
- Cálcio: afeta o crescimento do caule, ramos, folhas e extremidades das raízes retardando ou mesmo paralisando o crescimento, apresenta uma clorose ao longo das margens das folhas mais jovens que em seguida evolui para necrose; a "clorose calcária" que ocorre em solos com excesso de cálcio, como o caso de calagem excessiva do solo, é em geral um complexo de deficiências minerais, e neste caso a determinação do pH do solo pode esclarecer o problema.
- Magnésio: clorose nas áreas entre as nervuras das folhas e nas suas margens, começando pelas folhas mais velhas progredindo para as mais novas com o avanço da deficiência, havendo pouca tendência para a necrose;
- Enxofre: clorose, semelhante à característica pela deficiência em nitrogênio, aparecendo primeiro nas folhas mais novas e nas extremidade dos galhos, somente em condições severas é que se observa também nas folhas mais velhas.

Micronutrientes:

- Ferro: clorose nas folhas mais novas, conservando verdes as nervuras, apresentando as folhas uma superfície amarelada, reticulada de verde;
- Manganês: caracteriza-se em geral por uma clorose malhada, irregular, que se apresenta nos espaços entre as nervuras das folhas, primeiramente em folhas mais jovens;
- Cobre: coloração verde-escuro anormal das folhas, podendo aparecer clorose e necrose nas folhas mais jovens, em suas pontas e evoluindo para suas margens;

- Zinco: clorose, distorções de forma e o tamanho reduzido das folhas e clorose entre as nervuras verdes;
- Boro: paralisação do crescimento e a morte da extremidade da haste principal da planta, folhas com textura coriácea e um tanto quebradiça, número pequeno de folhas e crescimento reduzido das raízes;
- Molibdênio: clorose em forma de mosaico entre as nervuras nas folhas mais velhas, seguida de necrose marginal e dobramento das margens da folha sobre o limbo;
- Cloro : não são conhecidos casos de deficiência de cloro, devido a quantidade requerida ser tão pequena, e sua presença tão universal.
- Em anexos são mostradas fotos ilustrativas das deficiências

2.6 - Excessos Minerais

A presença no solo de excesso de sais minerais pode prejudicar as plantas pelas seguintes maneiras: pela quantidade excessiva de sais resultando em elevação da pressão osmótica (salinidade), pelo excesso de um determinado elemento, nutritivo ou não (toxidade) ou ambas simultaneamente.

Em regiões onde o regime de chuvas é adequado não é provável o desenvolvimento de salinidade.

A ocorrência de excesso de um determinado elemento mineral pode dar-se como conseqüência de aplicação excessiva na forma de fertilizantes e defensivos.

2.7 - ADUBAÇÃO

A importância econômica dos adubos e da adubação podem ser explicados em poucas palavras:

- Existe uma relação direta entre o consumo de adubo por área de produção e a produção;
- Falta de nutrientes no solo é o fator que mais limita a produção, sendo que a adubação é capaz de duplicar ou até quadruplicar colheitas.

Determinação das necessidades de adubação.

A produção vegetal depende de numerosos fatores, a citar: espécie vegetal, variedade, população, tratos culturais, clima, economia, solo, disposição de nutrientes e microorganismos no solo. Alguns desses fatores são controláveis enquanto a outros não é possível este controle.

A falta de nutrientes disponíveis no solo é compensado pela aplicação de fertilizantes, porém na determinação da necessidade de adubação se torna importante reconhecer as exigências da planta em conjunto com uma série de fatores.

2.8 - ANÁLISE QUÍMICA DE SOLO E FOLHAS

A análise química se constitui em um dos métodos mais empregados na avaliação de sua necessidade de adubação, principalmente devido a alta confiabilidade, proporcionada por avanços na técnicas de análise e desenvolvimento tecnológico, gerando equipamentos de alta resolução, simples utilização e rápidos no fornecimento de resultados, ajudando a predizer a quantidade de nutrientes necessários para suplementar a existente no solo embora existem diversas formas de se avaliar o solo, quando se visa principalmente a adubação, sendo que se interessa, verdadeiramente pelos teores dos elementos assimiláveis ou disponíveis, ou ainda a fração de nutriente capaz de ser absorvida pela planta. Normalmente tais formas ocorrem no solo em quantidades diminutas, ao contrário da fração não-disponível. A figura 1 ilustra a atuação do fertilizante aplicado, em diferentes solos . Na análise foliar é possível detectar indiretamente as condições do solo, diagnosticar deficiências e avaliar o estágio de desenvolvimento do vegetal, bem como efeitos de adubações.

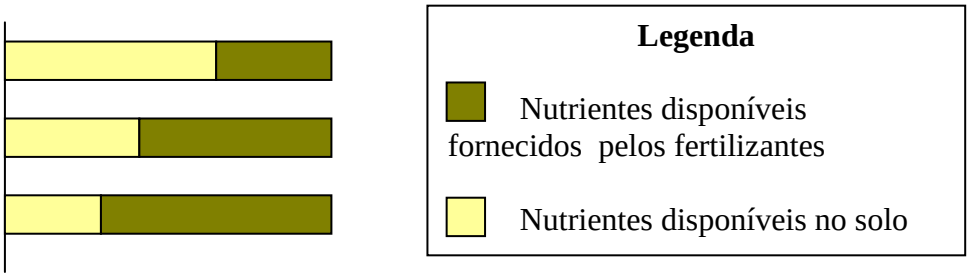

Fig. 1- Doses de adubos em solos de fertilidade diferente.

Para alcançar seus objetivos, a análise de solo, deve adotar uma série de cuidados, igualmente para a análise foliar, destacando-se :

Amostragem

Constitui em uma das principais fase da análise, dela dependendo a exatidão dos resultados analíticos; tratando-se de quantidade relativamente pequena de solo (cerca de 500 gramas),deve seguir criteriosamente o padrão estatístico de coleta, afim de ser o mais representativo possível e podendo assim representar grandes porções de terras; se faz necessário o exame do terreno, a subdivisão em glebas de topografia homogênea – não ultrapassando a 10 hectares - Coletando-se em diversos pontos, para secar e miturá-la bem retirando-se assim a porção a ser analisada será acondicionada em sacos de papelão ou de plásticos, que ainda contém algumas instruções básicas para uma melhor amostragem;

Questionário anexando-se as amostras, auxiliando na interpretação das análises.

Para a amostragem foliar, coleta-se as folhas recém-maduras, no período das chuvas, atentando-se para a idade do vegetal. Existe variação quanto ao número de folhas e localização das mesmas no corpo da planta, como mostra o anexo..., que até narra o procedimento para a amostragem de arroz, café, citros e outros.

Preparo da amostra

Deve ser submetida à estufa a 50º C para secar na própria caixa de papelão ; depois de seca, deverá ser passada em peneira 10 (2mm), ou em moinho caso haja a presença de torrões; no caso de folhas, as mesmas passam por uma lavagem em solução de detergente, outra de acido sulfúrico diluído e outra de água destilada indo em seguida para estufa.

Extração e análise

As amostras são em geral submetidas a soluções extratoras e em seguida analisados os resultados no equipamento apropriado.

Interpretação dos dados

As tabelas mostradas a seguir, são frutos de pesquisa e ajudam a situar os resultados analisado em certos padrões, qualificando o solo e suas condições e por conseguinte ,colaboram para a determinação das devidas medidas corretivas.

Tabela 1- Níveis de pH em água destilada.

Classificação	Nível
Acidez elevada	< 5
Acidez média	5 a 5,9
Acidez fraca	6 a 6,9
Neutra	7
Alcalinidade fraca	7,1 a 7,8
Alcalinidade elevada	> 7,8

Tabela 2 – Cálcio trocável (em g de Ca^{+2}/100 cm^3 de solo).

Classificação	Nível
Baixo	0 a 1,5
Médio	1,6 a 4,0
Alto	>4,0

Tabela 3–Magnésio trocável (em g de Mg^{+2}/100 cm^3 de solo).

Classificação	Nível
Baixo	0 a 0,5
Médio	0,6 a 1,0
Alto	>1,0

Tabela 4–Matéria orgânica (%).

Classificação	Nível
Baixo	0 a 1,5
Médio	1,6 a 3,0
Alto	>3,0

Tabela 5– Alumínio trocável (em g de Al^{+3}/100 cm^3 de solo).

Classificação	Nível
Baixo	0 a 0,3
Médio	0,4 a 1,0
Alto	>1,0

Tabela 6– Cálcio + Magnésio trocáveis (em g de Ca^{+2} + Mg^{+2}/100 cm^3 de solo).

Classificação	Nível
Baixo	0 a 2,0
Médio	2,0 a 5,0
Alto	>5,0

Tabela 7– Fósforo disponível.

Classificação	ppm de F	Textura
Baixo	0 a 10	0 a 5
Médio	11 a 20	6 a 10
Alto	> 20	> 10

Tabela 8– Potássio disponível.

CLASSIFICAÇÃO	NÍVEL (ppm)
Baixo	0 a 30
Médio	31 a 60
Alto	> 60

Tabela 9–Hidrogênio trocável (em g de H^{+1}/100 cm^3 de solo).

Classificação	Nível
Baixo	0 a 2
Médio	2 a 4
Alto	>4

Tabela 10– Enxofre , soma de bases (em g de base/100 cm^3 de solo).

Classificação	Nível
Baixo	0 a 2,5
Médio	2,6 a 5,5
Alto	> 5,5

Tabela 11– Capacidade de troca do solo (em g/100 cm^3 de solo).

Classificação	Nível
Baixo	0 a 0,5
Médio	0,6 a 10
Alto	> 10

Tabela 12– Saturação das bases(em g /100 cm^3 de solo).

CLASSIFICAÇÃO	NÍVEL
Baixo	0 a 40
Médio	41 a 60
Bom	61 a 80
Alto	> 80

Fonte: Adubos Triângulo

Recomendação da adubação

Baseada nos resultados fornecidos pelas diversas análises, e se possível fazê-lo com margem de segurança necessária, uma vez que o produtor está investindo grandes quantias, espera resultados, dependendo disto a confiabilidade e qualidade das informações fornecidas pelas análise e logo também sendo constituintes do bom nome da empresa.

Às vezes se torna necessário a correção de outros fatores que influenciam na produção, como pH , determinando a necessidade de cal, ou da calagem do solo, constituindo no cálculo da acidez do solo e determinada através de informações como pH, alumínio e cálcio mais magnésio trocáveis e carbono. Para todas as correções como se pôde observar se faz necessário uma análise em conjunto de diversos resultados.

2.9 - FERTILIZANTES

Fertilizantes mistos, com a elevada taxa de produção que existe atualmente, a obtenção de alimentos e de fibras depende, em grande parte, de fertilizantes que contenham diversos nutrientes. Quando se faz um balanço entre a remoção dos nutrientes vegetais dos solos, pelas plantas usadas como alimentos ou como matéria-prima em fábricas, e a adição realizada pelo homem e pela natureza, fica extraordinariamente evidente a enorme importância dos fertilizantes. Os fertilizantes ou repõem no solo os ingredientes removidos pelas plantas, ou adicionam substâncias indispensáveis aos solos nativos para que sejam produtivos, ou mais produtivos.

Há muito tempo a humanidade descobriu que os excrementos animais constituíam alimentos para a vida vegetal. Na verdade, os mantiveram durante 5.000 anos a fertilidade dos seus solos graças à aplicação deste princípio. Esta necessidade foi reconhecida, e o estrume foi usado em grande escala para manter os rendimentos elevados. Por exemplo, antes de 1900, mais de 90 % , de todo fertilizante nitrogenado eram provenientes de substâncias orgânicas naturais; por volta de 1950, a proporção havia caído para 4 %.

Há séculos conhecem-se os méritos das cinzas de madeira, pois suprem o solo de carbonato de potássio.

A indústria de fertilizantes principiou em 1849, mas antes de 1930, seus únicos produtos manufaturados eram os superfosfatos e os fertilizantes mistos. Os ingredientes destes eram minerais naturais, subprodutos de outras indústrias ou materiais importados. Hoje em dia, a matéria-prima necessária é produzida no país. Os fertilizantes constituem uma importante fração da indústria química global, e diversos milhares de usinas de misturação estão localizados em quase todos os estados. Os fertilizantes, aplicados cientificamente e usados com outras práticas agrícolas úteis, constituem a base do bem-estar nacional. Eles constituem o *maior entre os produtos da indústria agroquímica*. Desde l940, seu uso cresceu enormemente; Em 1945, a área mínima cultivada capaz de fornecer a um homem a alimentação e as fibras necessárias era de 2,5 acres (1,0 ha). Em 1975, 2,1 acres de terra arada (0,8 ha), forneceram alimento *per capita* e ainda uma produção excedente. Com a previsão de crescimento da população se faz necessário pesquisa e desenvolvimento de forma que seja otimizada a produção.

Os três elementos principais indispensáveis às plantas são: (1) *nitrogênio,* necessário durante os primeiros estágios do crescimento, para promover o desenvolvimento de caules e folhas; (2) *fósforo,* que estimula o crescimento e acelera a formação de sementes ou de frutos, nos estágios avançados do crescimento; (3) *potássio,* essencial ao desenvolvimento de amido das batatas e cereais, dos açúcares dos frutos e vegetais e do material fibroso das plantas; um suprimento amplo no solo ajuda, às vezes, a impedir e a diminuir os efeitos de uma excessiva aplicação de nitrogênio.

O valor total dos nutrientes nos solos é surpreendentemente baixo. A camada arável de terra cultivada contém, segundo estimativas feitas, 0,14 % de nitrogênio, 014 % de P_2O_5 e K_2O, as plantas utilizam estas concentrações baixas para o crescimento, e os nutrientes são constantemente removidos por ocasião das colheitas. Quando a plantação está madura, as partes inúteis - palhas, ramos ou folhas - podem retornar ao solo, a fim de auxiliarem a manter a fertilidade. Alguns nutrientes são adicionados por agentes naturais. O nitrogênio adicionado ao solo perde-se por volatilização como amônia, por conversão a nitrogênio elementar ou por lixiviação, de modo que a quantidade recuperada nas culturas é cerca de 4,0 %. O P_2O_5 adicionado converte-se rapidamente às formas insolúveis que não podem ser usadas pelos vegetas, exceto como resultado de um intemperismo muito lendo; a eficiência imediata é muito baixa .

As misturas comerciais, com a garantia de conter certas percentagens dos três macro nutrientes, nitrogênio, P_2O_5 e K_2O, constituem a maior parte de todos os tipos usados. Usualmente, caracterizam-se os fertilizantes por formulas, como 3-12-12, 2-12-

6 ou 5-10-5, o que significa que têm 3,12 e 12%, ou 2,12 e 6%, ou ainda 5,10 e 5%, respectivamente, de nitrogênio total de fosfato solúvel (P_2O_5) e de potássio solúvel (K_2O). Observe, como auxiliar mnemônico, que os constituintes estão na ordem NPK. Uma outra forma de avaliar as fórmulas dos fertilizantes é mediante as "unidades". Uma unidade é equivalente a 1% de tonelada curta (ton.), ou seja, 20 Ib. Então, a primeira entre as fórmulas mencionadas acima contém 3 unidades de nitrogênio, 12 unidades de P_2O_5 e 12 unidades de K_2O. Além do mais, muitos fertilizantes comerciais contêm microelementos necessários às plantas. Numa mistura de 3-12-12 há total de apenas 27% de constituintes fertilizantes ativos. Os outros 73% consistem em carga inerte, ou portadores, ou materiais condicionadores do solo. As substâncias químicas importantes usadas comercialmente para o suprimento dos três constituintes principais dos fertilizantes.

Produtos granulados ou pelotizados. Durante as duas últimas décadas, a tecnologia e a produção dos fertilizantes foram revolucionadas. Não apenas o teor de nutrientes das plantas aumentou em mais de 49%, mas também foi forma física de muitos fertilizantes, com a conseqüente diminuição do custo para o plantador. Os métodos de aplicação também modificaram-se; por exemplo, usa-se agora o polvilhamento aéreo de misturas de fertilizantes e pesticidas. A combinação química de nutrientes com alto teor de produtos solúveis em água acarreta *economias de custo* não só no transporte, mas também no manuseio. Os produtos granulados ou pelotizados têm menor tendência a empedrar que os fertilizantes pulverizados. Ao mesmo tempo, não são tão poeirentos nem tão corrosivos na distribuição na fazenda. Na uniformidade de distribuição aumenta a rendimento das colheitas, que é um fator importante na sua utilização crescente. Não existiam produtos granulados em 1950. Dez anos depois, 60% de todos os fertilizantes mistos eram comercializados na forma granular ou pelotizada.

Nem todas as substâncias químicas, ou outros constituintes dos fertilizantes, são assimiláveis com igual facilidade para todos os vegetais, pois é grande a dependência da absorção em relação à substância no solo ,e , em particular, ao pH ou à própria reação química do solo, e também à própria planta. Por isso, não apenas a misturação dos fertilizantes, mas também a sua própria aplicação, deve ser realizada de modo apropriado.

Segundo a pesquisa científica, os *constituintes secundários* necessários para a vida da planta são o enxofre, o sódio, o cálcio e o magnésio em pequenas quantidades. Os *micronutrientes* que também devem ser adicionados são: o boro, o ferro, o

manganês, o zinco e o cobre. Muitos destes traços de elementos são usados em misturas especiais, que visam a corrigir deficiências dos solos. Alguns dos compostos como os de boro, são tóxicos para os vegetais, se forem usados em excesso.

Cargas inertes, portadores e condicionadores dos fertilizantes. Numa formulação 3-12-12, apenas um total de 27% é de constituintes fertilizantes ativos; os outros 73% consistem em cargas inertes, portadores ou condicionadores. O aumento de peso assim provocado aumenta os custos de transporte do produto, mas serve ao objetivo útil de contrabalançar a queima das plantas. As cargas inertes e os portadores são usualmente areia, rocha fosfática moída ou rejeitos usados para encorpar a mistura. Os condicionadores são substâncias insolúveis, finamente divididas, como turfa ou casca de coco, usualmente adicionadas para combater a tendência de as partículas do fertilizante aglutinarem-se e formarem uma pedra na embalagem. A dolomita é um condicionador adicionado para dar um fertilizante que não forma ácidos, mas também pode ser encarada como carga inerte.

Misturação e distribuição a granel. Quando o fabricante fornece a alimentação vegetal completa, a parte do distribuidor na misturação pode ser evitada. Há a tendência de instalarem-se misturadores a seco, com a finalidade de uma operação a granel, visando à formulação específica exigida pelos agricultores usuários. A distribuição a granel - que significa a descarga do produto a granel no caminhão do fazendeiro e não fornecimento do fertilizante ensacado - respondeu por 45% do mercado em 1976.

Classificação dos fertilizantes:

Os fertilizantes classificam-se em diretos e indiretos.

Os indiretos são aqueles que não são absorvidos pela planta, mas regulam a acidez e os processos bioquímicos do solo, como o calcário. Os diretos são absorvidos pela planta e são divididos em:

Quanto ao tipo de elemento: N , P e K.

Quanto ao número de elementos: simples, duplo, triplo, tendo um dois ou três elementos respectivamente.

Quanto a forma: líquido, pó, granular e suspensão.

Quanto a solubilidade: solúvel em água (sais de nitrogênio e potássio) e fertilizantes solúveis em solo ácido (sais de fósforo ou insolúveis).

Os fertilizantes solúveis são rapidamente absorvidos pela planta, porém também são rapidamente lavados do solo.

Podem ainda ser classificados de várias outras formas dependendo o critério utilizado.

3 - Descrição da empresa

A empresa Adubos Triângulo Comércio e Importação Ltda., está localizada no município de Araguari, Distrito Industrial.

Possui uma área total construída de 3.800 m^2 , envolvendo os setores de diretoria, gerência, departamento financeiro, manufatura, contabilidade, laboratório, expedição e armazenamento, descritos na figura 1,em anexo .

O laboratório possui aproximadamente 70 m^2 dividido em quatro salas: absorção atômica, análises, preparação de solos e folhas e ante sala.

Possui 28 empregados podendo este número ser elevado na época de plantio onde se tem aumentada a demanda de adubos, devido a necessidade de preparação da terra demandando análises e correções , sendo este período de maior produção situada dos meses de Agosto a Março.

Mercado consumidor dos adubos e formulações está basicamente situado no Triângulo Mineiro; para o caso dos serviços oferecidos pelo laboratório, em função do mesmo ser muito bem equipado e qualificado, e ainda seguindo o programa de qualidade da Profert e do IAC, existe sempre pedidos de serviços de outras regiões inclusive de estados como: Tocantins, Bahia.

A capacidade de produção instalada atualmente encontra-se na ordem de 40 ton/hora, envolvendo 50 formulações diferentes, registradas no Ministério da Agricultura, sendo basicamente de produtos N P K, como é mostrado a seguir na tabela 13:

Tabela 13– Produtos oferecidos pela misturadora da Adubos Triângulo.

Linha de Produtos		
Adubo NPK 10-10-10	Super Simples GR	Adubo NPK 04-14-08 + Zn
Adubo NPK 12-06-12	Super Simples Pó	Adubo NPK 04-20-20 + Zn
Adubo NPK 14-07-28	Sulfato de Amônio Cristal	Adubo NPK 04-24-16 + Zn
Adubo NPK 15-00-15	Uréia	Adubo NPK 04-25-15 + Zn
Adubo NPK 18-18-18	Cloreto de Potássio GR	Adubo NPK 04-28-16 + Zn
Adubo NPK 20-00-20	Cloreto de Potássio Pó	Adubo NPK 04-28-20 + Zn
Adubo NPK 20-05-20	Adubo NPK 00-20-20 + Zn	Adubo NPK 04-30-10 +Zn
Adubo NPK 22-10-22	Adubo NPK 00-28-18 + Zn	Adubo NPK 04-30-16 + Zn
Adubo NPK 26-00-26	Adubo NPK 01-00-59 GR	Adubo NPK 05-26-26 + Zn
Adubo NPK 30-00-20	Adubo NPK 01-00-59 Pó	Adubo NPK 06-20-20 + Zn
Adubo NPK 30-10-10	Adubo NPK 02-20-10 + Zn	Adubo NPK 06-24-16 + Zn
Adubo NPK 36-00-12	Adubo NPK 02-20-18 + Zn	Adubo NPK 06-30-20 + Zn
Adubo NPK 14-20-41	Adubo NPK 02-20-20 +	Adubo NPK 08-20-20 + Zn
Adubo NPK 44-00-01	50 FTE	Adubo NPK 08-28-16 + Zn
MAP GR	Adubo NPK 02-20-20 + Zn	Adubo NPK 08-28-18 + Zn
MAP Pó	Adubo NPK 02-28-20 + Zn	Adubo NPK 08-28-20 + Zn

Fonte : Adubos Triângulo

A origem da matéria prima é mostrada a seguir na tabela 14:

Tabela 14- Origem da matéria prima utilizada na manufatura de fertilizantes.

Composto Químico	País de origem
Uréia	Brasil
Cloreto de Potássio	Rússia
Sulfato de Amônio	Polônia
Super Fosfato Simples	Brasil
Super Fosfato Triplo	Brasil
Fosfato de Amônio	Brasil – Estados Unidos

Fonte : Adubos Triângulo

A tabela 15 indica as garantias das matérias prima utilizadas, como se vê a seguir:

Tabela 15 – Garantias

Composto	Elementos		
	N	P	K
Fosnap	0	9/11/12	0
Map (importado)	12	52	0
Map(nacional)	10	54	0
KCl	0	0	60
TST	0	46	0
Super Simples	01	18	0
03-17-00	03	17	0
03-15-00	03	15	0
Sulfato de amônio	20	0	0
FAPS	0	12	0
Uréia	45	0	0

Fonte :Manual de adubação e Adubos Triângulo.

As matérias-primas vindas de outros países tem sua entrada no país pelo Porto de Santos. As nacionais são adquiridas de empresas como: Vale do Rio Doce, Petrobrás, Arafértil, Fosfértil .

Vale ressaltar que elementos como: Amônia, Superfosfatos, Ácido Fosfórico e Cloreto de Potássio, são básicos para a mistura formadora das diversas formulações, sendo possível através destes constituir uma infinidade de outras , não descritas aqui, e que podem surgir da necessidade individual de cada produtor em sua cultura ou terreno , indicada pela análises de solo e folhas , ou ainda por sugestão de desenvolvimentos de pesquisa.

Basicamente o objetivo das formulações é oferecer uma reposição de nutrientes necessários ao solo, para que este possa oferecer condições as culturas de se desenvolverem de forma a se obter o máximo rendimento e com força suficiente para resistir a condições adversas com o menor custo possível e com propriedades físicas desejadas e necessárias. Após determinadas as carências do solo, decide-se sobre a relação de nutrientes e assim o fabricante determina a formulação em matéria prima e

quantidades, residindo aí , dependência quanto: disponibilidade, custo, facilidades de manuseio, e compatibilidade entre os compostos utilizados; é mostrado na tabela 16 as relações de compatibilidade dos diversos compostos utilizados para formulações.

Tabela 16- Compatibilidade de compostos para a constituição de fertilizantes.

	1	2	3	4	5	6	7	8	**9**
1	-	I	C	C	C	C	C	C	C
2	I	-	C	L	L	C	C	C	C
3	C	C	-	C	C	C	C	C	C
4	C	L	C	-	C	L	C	C	C
5	C	L	C	C	-	L	C	C	C
6	C	C	C	L	L	-	C	C	C
7	C	C	C	C	C	C	-	C	C
8	C	C	C	C	C	C	C	-	C
9	C	C	C	C	C	C	C	C	-

Fonte: Manual de Adubação

LEGENDA

1- Nitrato de Amônio (33 00 00)
2- Uréia (44 00 00)
3- Sulfato de Amônio (20 00 00)
4- Superfosfato Triplo (00 43 00)
5- Superfosfato Simples(00 18 00)
6- D.A.P. (17 45 00)
7- M.A.P. (11 52 00)
8- Cloreto de Potássio (00 00 60)
9- Sulfato de Potássio (00 00 50)

I - Incompatibilidade

L – Compatibilidade limitada

C - Compatível

Tanto para matéria-prima como para produtos predomina como meio de transporte rodoviário; que apesar de não ser o mais barato em função de vendas serem na região em quantidades que não permitem o sistema ferroviário, que também tem sua malha aqui reduzida.

4 - Área de realização de estágio

Foi realizado no laboratório de análise de solos, folhas e controle de qualidade da empresa, com acompanhamento de todos os serviços prestados a industria pelo mesmo.

Neste espaço tem-se os seguintes equipamentos principais:

- Mufla
- Estufa para solos
- Estufa para folhas
- Moinho de solos
- Moinho de folhas
- Agitador de Recipientes
- P Hgâmetro Procyon 310
- Espectofotômetro Celm E 205 D
- Fotômetro de Chama B262 Micronal
- Fotocolorimeto
- Espectrometria de Absorção Atômica Varian
- Software para Absorção Atômica – Spectr AA

O laboratório utiliza água tratada, passando por destilação em coluna e em seguida a sua deionização com EDTA, visando que a qualidade desta não interfira no resultado e confiabilidade das análise.

Conta com técnicos formados e com treinamento em outras instituições e em operação de equipamentos, principalmente no aparelho de Absorção atômica.

A empresa participa do controle de qualidade do IAC para micro nutrientes, sendo um dos poucos na região e da Profert para macro nutrientes, e conta também com engenheiro agrônomo para orientação dos produtores em suas dúvidas e necessidades.

Os resíduos das análises são na maioria das vezes lançadas na pia, e passa por uma caixa de passagem caindo na rede de esgoto urbano; esta caixa é fiscalizada, sendo

coletadas amostras duas vezes por ano e sua análise feita nos laboratório da CETAL para verificação dos níveis do rejeito químico do laboratório podendo gerar até multa caso seja encontrada fora dos parâmetros legais, ou no solo quando de análises físicas de solos ou partículas maiores e material não utilizado em análises.

5 - DESCRIÇÃO DO PROCESSO

A formulação dos fertilizantes a serem produzidos é determinada por uma análise prévia do agrônomo da empresa. O pedido com as especificações de quantidades e composições é repassado para a fábrica e para o laboratório. A empresa possui 50 formulações registradas no Ministério da Agricultura, como foi mostrado na tabela 13.

As matérias-primas necessárias são adicionadas ao misturador. Este equipamento é composto por um cilindro metálico com pás internas. O tempo de mistura dura cerca de 3 minutos para qualquer formulado, e o produto sai por uma extremidade oposta a de entrada da matéria-prima. Este é transportado por um elevador de pás até uma peneira giratória, ocorrendo aí a separação de sólidos maiores que o permitido ao tipo de fertilizante (granulado, farelado ou pó) e demais impurezas. O material retido na peneira giratória é triturado e retorna ao processo.

O fertilizante é armazenado em uma caixa coletora. Abaixo desta caixa há uma ensacadeira: ar comprimido é injetado à massa de produto em um cilindro pertencente à tubulação do fundo do coletor. A mistura é areada para facilitar o ensacamento. Uma balança controla o fluxo de produto para ser embalado: a passagem é interrompida ao se atingir 50 Kg de peso na embalagem, ocorrendo a troca de saco plástico. O fertilizante é embarcado em caminhões ou estocado no depósito da empresa.

As embalagens são enchidas por meio de válvula em sua extremidade. Esta abertura é fechada pela própria massa de fertilizante quando o volume da embalagem atinge sua capacidade. Estes recipientes plásticos de dois tipos: um permeável à passagem de umidade do ar (saco formado por material sintético traçado) pois a absorção de umidade não irá influenciar a qualidade final do produto) e outro impermeável, utilizado para fertilizantes nitrogenados (mais de 10 % de nitrogênio na sua composição), onde a unidade absorvida provoca o empedramento de porções de grânulos com o passar do tempo.

A capacidade do misturador é de 1000 Kg e este valor é usado como base na proporção de matéria-prima adicionada , e a capacidade de processamento da empresa se situa na ordem de 40 toneladas por hora.

Os diferentes tipos de matérias-primas são armazenadas no depósito. O controle da qualidade de material adicionado ao misturador é feito uma caixa coletora, onde uma balança indica o peso atingido. Um trator com pá-carregadeira abastece esta caixa

dos materiais a serem usados em maior volume. Pequenas quantidades são adicionadas através de baldes de medida, por funcionários.

O transporte de produtos e matérias-primas da empresa é realizado através de transporte rodoviário. Os caminhões são pesados, carregados (saí-da de material) ou descarregados (entrada) e novamente pesados para a verificação da carga comercializada.

A cada 100 toneladas de um tipo específico de matéria-prima, ou caminhão de carga adquirido ou produto vendido é colhida uma amostra para análise laboratorial.

As amostras passam por um quarteador "tipo Jones" para serem homogeneizadas. Uma porção é reservada e mantida como contraprova caso o resultado de alguma análise da empresa ou de consumidores aponte irregularidade na qualidade esperada. As amostras são trituradas para sofrerem processo químico.

Os micro nutrientes que fazem parte de algumas fórmulas registradas pela empresa são boro, cobre, molibdênio e manganês, os macro nutrientes são o ferro e o zinco. Os resultados para este tipo de analise devem apresentar alta precisão devido às pequenas quantidades destes componentes em relação aos básicos das formulações N-P- K, e utiliza para isto equipamento de última geração com treinamento especializado (Absorção atômica).

As análises realizadas pelo laboratório da empresa, para matérias-primas, produtos, solos e folhas são mostrados na tabela 17 :

Tabela 17– Análise realizadas pelo laboratório.

Análise	Extrator	Método de leitura
Solo – Macronutrientes		
Ca	KCl (1N)	Titulação com EDTA (0,01 N)
Al	KCl (1N)	Titulação com NaOH (0,025 N)
Mg	KCl (1N)	Titulação com EDTA (0,01 N)
F	Solução de Melik	Espectrofotômetro colorimétrico
K	Solução de Melik	Fotômetro de Chama
S	Fosfato Monobásico de Calcio	Espectrofotômetro colorimétrico
Mat.Orgânica	Dicromato de sódio	Espectrofotômetro colorimétrico
PH		PHgâmetro
SMP	Cloreto de cálcio (0,01 N)	PHgâmetro

Solo – Micronutrientes		
B	À quente, Cloreto de Bário, usando o microondas	Espectrofotômetro colorimétrico
Cu	DTPA	Absorção atômica
Fe	DTPA	Absorção atômica
Mn	DTPA	Absorção atômica
Zn	DTPA	Absorção atômica
Foliar		
N	|Mistura digestora	Titulação com Ac. Sulfúrico(0,05N)
F	Solução Nitroperclórico	Absorção atômica
P	Solução Nitroperclórico	Colorímetro
Ca	Solução Nitroperclórico	Absorção atômica
Mg	Solução Nitroperclórico	Absorção atômica
S	Solução Nitroperclórico	Colorímetro
Cu	Solução Nitroperclórico	Absorção atômica
Fe	Solução Nitroperclórico	Absorção atômica
Mn	Solução Nitroperclórico	Absorção atômica
Zn	Solução Nitroperclórico	Absorção atômica
K	Solução Nitroperclórico	Fotômetro de chama
B	Acido Clorídrico(0,1N)	Incineração, colorímetro
Análise física		
Areia, silte e argila		Pipetagem
Fertilizantes		
N(simples)	Ac. Sulfúrico (0,5 N)	Titulação com NaOH
N(digestão)	Ac. Salicílico e sulfúrico	Titulação com NaOH
F	Sitrato neutro de amônia	Diferença de peso
K	-	Fotômetro de chama
Umidade	-	Diferença de peso
Acidez	Indicador alaranjado de metila	Titulação com NaOH

Lembrando que se segue as metodologias Profert e IAC para a execução das análise.

No anexo é mostrado um formulário de controle interno da empresa para o registro da análise das amostras e quantidades dos compostos.

6 - ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Durante a realização do estágio acompanhou-se todas as atividades desenvolvidas pelo laboratório da indústria com rápida passagem pela manufatura a título de conhecimento do processo.

Houve oportunidade de no período presenciar a desmontagem da máquina misturadora da indústria, que é feita anualmente para reparos e limpeza completa, uma vez que os compostos químicos são de natureza extremamente corrosivas aos metais constituintes das mesmas; ocorrendo sempre no período de menor produção, que às vezes chega até a ociosidade, devido ao período de entre-safra para possibilitar a execução de tais serviços, como são mostrados nas fotos em anexo.

Segue abaixo relação de atividades acompanhadas durante o período de estágio :

- Análise de Potássio (KCl), para verificação de garantia em carga para compor o estoque da indústria.
- Instrução sobre método de coleta de folhas para análise.
- Análise de acidez do solo (pH).
- Análise de Potássio e Fósforo em amostras de solo;
- Análise de Cálcio e Magnésio em amostras de solo;
- Análise de matéria orgânica, macro e micronutrientes em amostras de solo e folhas;
- Determinação de Enxofre em amostras de solo;
- Determinação da distribuição granulométrica de amostras de solo.
- Análise de Boro em amostras de folhas;
- Análise do Nitrogênio : foliar e em adubos.
- Determinação do teor de alumínio no solo.
- Preparação de amostras do IAC para avaliação da qualidade das análises.
- Análise de Silício no solo.
- Análise de resíduos de fertilizantes para avaliação dos teores para assim possibilitar seu reaproveitamento em formulações.
- Visita ao estande da empresa à Feira de Café e Agricultura no Cerrado, realizada em 24 de março de 1999, no Pica-Pau Country Clube.

Importante se faz o destaque para a participação da empresa em feiras e simpósios, tanto pelo aprimoramento e atualização em conhecimentos técnicos específicos da área, com em divulgação do nome, produtos e serviços da empresa no meio consumidor próprio, interessado em resultados de qualidade, seja através de contato direto ou por folderes, como mostrado em anexo, mostrando o interesse da empresa no marketing, como meio de expandir assim suas fronteiras e seu mercado consumidor.

7 - CONCLUSÃO

O estágio atingiu a todos os objetivos propostos.

Foi possível durante este período acompanhar as análises verificando toda a sua problemática, métodos padronização, além disto aproximando com a aplicação prática de conceitos do curso de Engenharia Química, além de ver nas análises um forte aliado para acompanhamento e controle de processo as mais variadas e que se faz mais útil e preciso com os vários avanços possibilitado pela tecnologia.

Interessante também se faz no aprendizado de operação e calibração de equipamento usados em análise e no maior contato e proximidade com estes, uma vez que as atividades de laboratório na graduação deixam a desejar pelo fato de poucos equipamentos, alguns já ultrapassados, e muitas pessoas para realização das práticas.

Na parte social, nota-se que os relacionamentos na empresa são de uma natureza quase familiar, fornecendo uma convivência agradável e produtivo.

Pode-se finalmente concluir que a atividade manufatureira , laboratorial e gerencial possuem seus campos e suas responsabilidade para que a indústria possa alcançar os objetivos a que se propõem, e necessitam realmente serem executadas em conjuntos.

8 - BIBILIOGRAFIA

→ Shereve, R.N.: “Indústria de Processos Químicos”, 4º Edição, Guanabara Dois, Rio de Janeiro, 1980.

→ “Tecnologia dos Fertilizantes – treinamento em granulação”, Copebrás.,Catalão-GO,1995.

→ Kent,J. Riegel, “Química Industrial”, Espanha, 1964.

→ Malavolta, E., Manual de química agrícola: adubos e adubação – 3º edição- São Paulo – SP, Ed Agronômica Ceres,1981.

→ Malavolta, E., Manual de Adubação – 2º edição – São Paulo – SP, Ed Ave Maria,1975 – ANDA- Associação Nacional para a difusão de Adubos.

→ Cekinski, E., Coordenador – Tecnologia de produção de fertilizantes – São Paulo-Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1990 – (Publicações IPT, nº 1816).

9- ANEXOS

- Fluxograma da Empresa – Adubos Triângulo Comércio e Importação Ltda.
- Vista lateral da Unidade Misturadora da empresa.
- Figuras ilustrativas das deficiência de nutrientes no solo.
- Folder distribuído em feiras e congressos no estande da empresa.
- Instrução de amostragem de folhas fornecida aos produtores pela empresa.
- Foto: Sala de Absorção atômica.
- Foto: Sala de Análises.
- Foto: Unidade misturadora, vista frontal.
- Foto: Unidade misturadora, vista lateral.
- Foto: Unidade misturadora, vista posterior.
- Formulário de registro de análise.